



## KAVİTE DEZENFEKTANLARININ ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİ, BAĞLANMA DAYANIMI VE MİKROSIZINTI ÜZERİNE ETKİLERİ (DERLEME)

### ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF CAVITY DISINFECTANTS, EFFECTS ON BOND STRENGTH AND MICROLEAKAGE (REVIEW)

Arş. Gör. Dt. Gül DİNÇ \*

**Makale Kodu/Article code:** 615  
**Makale Gönderilme tarihi:** 11.07.2011  
**Kabul Tarihi:** 29.12.2011

#### ÖZET

Restoratif tedavinin birincil amacı, kavite preparasyonunda enfekte dentinin tümüyle kaldırılmasıdır. Kavite preparasyonu sonrası kavite duvarlarında, mine-dentin birleşiminde, smear tabakasında ve dentin tübüllerinde kalabilecek ve sekonder çürüğe, postoperatif hassasiyete, hatta pulpal enflamasyona sebep olabilecek rezidüel bakterilerin yok edilmesi, restorasyonun devamlığı açısından önem taşımaktadır. Bu amaçla kavite dezenfektanlarının kullanımı önerilmektedir. Kullanılan kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özelliklerine ilaveten; restoratif materyallerin diş sert dokularına bağlanma dayanımına ve mikrosızıntıya etkilerinin de bilinmesi önem taşımaktadır.

Derlemenin amacı; kullanılan kavite dezenfektanlarının; antibakteriyel özelliklerinin yanı sıra, restoratif materyallerin diş sert dokularına olan bağ dayanımına ve mikrosızıntıya olan etkilerini incelemektir.

**Anahtar kelimeler:** Kavite Dezenfektanları, Antibakteriyel, Bağlanma Dayanımı, Mikrosızıntı

#### ABSTRACT

The primary purpose of restorative treatment is removal of all the infected dentin during cavity preparation. After cavity preparation, eliminating the remaining bacteria that may be present on the cavity walls, at the enamel-dentin junction, in the smear layer, or in the dentinal tubules which can lead to secondary caries, postoperative sensitivity and even pulpal inflammation is important for restoration durability. For this purpose, the use of cavity disinfectant is recommended. In addition to their antibacterial properties it is also important to know their effects on the bond strength of restorative materials to dental hard tissues and effects on microleakage.

The purpose of this review; to examine antibacterial properties of cavity disinfectants, their effects on the bond strength of restorative materials to dental hard tissues and effects on microleakage.

**Key words:** Cavity Disinfectants, Antibacterial, Bond Strength, Microleakage

Diş çürüğü, kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesiyle sonuçlanan dişlerin mikrobiyolojik enfeksiyöz bir hastalığı olarak tanımlanmaktadır.<sup>1</sup>

Geleneksel kavite preparasyonunda çürük ve çürükten etkilenmiş dokuların tümüyle temizlenmesi önerilirken, günümüzde sadece yumuşak ve denatüre olmuş diş çürük tabakasının temizlenmesi ön plana çıkmaktadır. amaçla ekskavatörler, el aletleri ve frezler, air abrazyon, ultrasonik aletler, kimyasal yöntem, kemomekanik yöntem, lazerler, enzimler, Atravmatik Restoratif Tedavi (ART) gibi yöntemler kullanılmaktadır.<sup>2</sup> Ancak, kullanılan yöntem hangisi

olursa olsun, yapılan restoratif tedavinin başarısı açısından esas önemli olan; bu işlemten sonra kavitede, tekrarlayan çürüğe ve pulpal enflamasyona neden olabilecek sayıda mikroorganizmanın kalıp kalmadığıdır. Dentin dokusunun rengine ve sertliğine göre karar verilerek çürük dokusunun uzaklaştırıldığına dair yapılan muayene, kişinin görsel ve dokunma duyularına dayandığından, oldukça subjektiftir ve bakteriyel durumu yansıtmada yetersiz kalmaktadır.<sup>3</sup> Bu nedenle bazı araştırmacılar objektif kriterlerin ön plana çıktığı ve çürük dokusunun görsel olarak saptanabilmesini sağlayan boyaların kullanımını tavsiye etmektedir. Ancak geleneksel ayna-sond yöntemi ile

\*Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara



çürüksüz olduğuna karar verilen dişlerin büyük bir kısmında boyanma saptanmıştır.<sup>4</sup> Boyalar ile belirlenen enfekte dokuların uzaklaştırılmasından sonra dahi, kavite içerisindeki bütün mikroorganizmaların elimine edilemeyeceği, dişlerin %15-40'ında halen mikroorganizmaların kaldığı,<sup>4,5</sup> kavite tabanından pulpa yönüne doğru 0.1-2.4 mm uzaklıkta dahi bulanabildikleri bildirilmiştir.<sup>5</sup> Kavite hazırlanması sırasında kavitede kalan bu bakterilerin sayılarının bir ayda iki katına çıkabileceğini bildiren çalışmaya ilaveten,<sup>6</sup> bir yıldan daha uzun bir süre restorasyonun altında yaşayabildiklerini ve toksinlerinin pulpa diffüze olarak enfeksiyona neden olabileceğini gösteren çalışmalar<sup>7,8</sup> da mevcuttur. Bu nedenle çürüğün mekanik olarak kaldırılması, mikroorganizmaların eliminasyonu için yeterli olmamaktadır. Bu amaçla, mikroorganizmaları elimine edip, restorasyonun devamlılığını sağlamak için kavite dezenfektanlarının kullanımı önerilmektedir.<sup>9,10</sup>

Kavite dezenfektanlarının esas amacı; restorasyon öncesi kavite duvarlarında, mine-dentin birleşiminde, smear tabakasında ve dentin tübüllerinde kalabilecek ve çürük tekrarına, postoperatif hassasiyete, hatta pulpal enflamasyona sebep olabilecek kavitede kalan bakterileri antibakteriyel özellikleri sayesinde elimine etmektir.<sup>9</sup> Bunun yanı sıra; kavite dezenfektanlarının adeziv rezinlerle birlikte kullanıldığında yeniden nemlendirme (rewetting) işlemini gerçekleştirdiği, daha iyi bir bağlanmanın sağlanabildiği<sup>10</sup> ve postoperatif hassasiyeti önlemeye yardımcı olduğu<sup>11</sup> da iddia edilmiştir. Total etch sistemlerde olduğu gibi yıkama işlemi olmayan ve antibakteriyel monomer içermeyen self etch primerlerin kullanılmasından sonra yıkama işlemiyle uzaklaştırılmayan bakteriler smear tabakasında varlığını sürebileceğinden, özellikle bu sistemler kullanıldığında kavite dezenfeksiyonunun öneminin daha da arttığı iddia edilmektedir.<sup>12</sup> Black döneminde kullanılan gümüş nitrat, fenol, timol vb kimyasallar pulpa üzerindeki irrite edici etkilerinden dolayı<sup>13</sup> yerini, günümüzde kullanılan klorheksidin glukonat, sodyum hipoklorit (NaOCl), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), iyodin, benzalkonyum klorür, ozon gazı, lazerler gibi biyolojik uyumu daha iyi olan dezenfektanlara bırakmıştır.<sup>14-21</sup>

Kavite dezenfektanları ile yapılmış çok sayıda yerli ve yabancı çalışma olmasına rağmen antibakteriyel etkilerini inceleyen yalnızca bir Türkçe derleme bulunmaktadır.<sup>22</sup> Ancak antibakteriyel etkilerinin yanı sıra; bağlanma dayanımı ve mikrosızıntıya etkilerini

inceleyen Türkçe veya yabancı herhangi bir derlemeye rastlanmamıştır. Bu nedenle bu derlemenin amacı; kavite dezenfektanı olarak kabul edilen klorheksidin glukonat, benzalkonyum klorür, hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sodyum hipoklorit (NaOCl), iyodin gibi ajanlar ve bu amaçla son yıllarda kullanılan ozon ve lazerleri, güncel literatürlerin desteğiyle antibakteriyel özellik, bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı açısından değerlendirmektir.

### **Kavite Dezenfektanlarının Antibakteriyel özellikleri**

Dental materyallerin antibakteriyel özelliklerini belirlemek için kolay ve kısa sürede sonuç veren agar difüzyon testleri (çukur agar, disk difüzyon testi) ve diş kavite modeli en sık kullanılan mikrobiyolojik yöntemler arasında yer almaktadır.<sup>9,16-19,23</sup> Derlemenin bu bölümünde, agar difüzyon testleri ve diş kavite modeli metodu kullanılarak kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özelliklerinin değerlendirildiği çalışmalara yer verilmiştir.

**Klorheksidin glukonat:** Kuaterner amonyum yapı, bis-biguanid bileşimidir. Pozitif yükü nedeniyle katyonik özellik taşır ve bakteri hücre duvarı, ekstrasellüler polisakaritler, hidroksiapatit, pelikül, tükürük münisleri ve oral mukoza gibi negatif yüklü yüzeylere afinite gösterir.<sup>24</sup> Klorheksidin glukonat; bağlandığı bu dokulardan yavaşça salınarak uzun süreli etkinlik gösterir.<sup>9,25</sup> Düşük konsantrasyonda bakteriyostatik, yüksek konsantrasyonda ise hücresel içeriğini irreversible olarak çöktüğünden bakterisittir.<sup>26</sup> Bu mekanizma şu şekilde açıklanır; katyonik yapıdaki klorheksidin glukonat bakteri yüzeyindeki anyonik yapılara, örneğin gram (+) bakterilerde fosfat gruplarına, gram (-) bakterilerde yüzeydeki lipopolisakaritlere bağlanır. Bu bağlantı bakteri yüzeyinin bütünlüğünün bozulmasına neden olur. Sitoplazmik membran zarar gördüğünde ilk gözlenen madde potasyum iyonudur. Sitoplazmik membranın geçirgenliğinin değişmesi, sitoplazmik proteinlerin çökmesini artırır, hücresel ozmotik dengeyi değiştirir, metabolizmayı, hücre büyüme ve bölünmesini zarara uğratar. Ayrıca membran ATP-az'ını ve anaerobik süreci inhibe eder.<sup>27</sup> Klorheksidin glukonata karşı en duyarlı mikroorganizmalar gram (+) koklar ve özellikle de Streptococcus mutans(S. mutans)lardır.<sup>9,16,23,24,28</sup> Laktobasillerin ise klorheksidin



glukonata karşı daha dirençli olduğu ve bunların eliminasyonu için daha yüksek konsantrasyonda klorheksidin glukonat kullanımının gerekli olduğu bildirilmiştir.<sup>29</sup>

**Benzalkonyum klorür:** Kuaterner amonyum bileşiklerindedir. Klorheksidin glukonat gibi katyonik yapıda olan yüzey aktif ajanlardandır. Kuaterner amonyum bileşikleri hidrofilik ve hidrofobik gruplara sahiptir. Böylece bakteri ile iyonik ve hidrofobik etkileşimler meydana gelir. Materyalin, gram (+) ve gram (-) bakterilerin hücre duvarlarındaki fosfat gruplarına ve membran lipopolisakaritlerine katyonik bağlanma yoluyla etki gösterdiği düşünülmektedir. Mikroorganizmaların (özellikle gram negatif bakterilerin) hücre duvarları lipoprotein ağırlıklı yapıda olduğundan, benzalkonyum klorür, bu yapıyı etkileyerek ve sitoplazmik membranın selektif geçirgenliğini bozarak bakterisidal etki gösterir.<sup>30</sup> Benzalkonyum klorürün de klorheksidin glukonat gibi rezidüel antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirtilmektedir.<sup>31</sup>

Yapılan çalışmalarda,<sup>9,16,23,28</sup> benzalkonyum klorürün, *S. mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Actinomyces viscosus*, *Lactobacillus acidophilus*(*L. acidophilus*) ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) gibi mikroorganizmalar üzerinde güçlü bir antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu gösterilmiş ve restorasyon öncesinde kavitedeki rezidüel mikroorganizmaların eliminasyonu amacıyla kullanımının uygun olacağı belirtilmiştir. Botelho ve ark.,<sup>32</sup> benzalkonyum klorürün, *S. mutans*'a kıyasla *L. acidophilus*'ta daha etkili olduğunu belirtirken, Türkün ve ark.<sup>23</sup> ise benzalkonyum klorür içerikli Tubulucid Red'i kullandıkları çalışmada, bu maddeyi, yapısında %1 NaF bulunması dolayısıyla *S. mutans*'ta *L. acidophilus*'a kıyasla daha etkili bulmuşlardır.

**Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):** Virüs, bakteri, maya ve bakteri sporlarına(özellikle gram(+)) bakterilere karşı antimikrobiyal etkinliğe sahiptir. Katalaz ya da diğer peroksidaz aktivitesi bulunan mikroorganizmalar düşük konsantrasyonlardaki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>' e direnç sağlarken,<sup>33</sup> yüksek konsantrasyonlardaki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in bu savunma mekanizmasını ortadan kaldırdığı gösterilmiştir.<sup>23</sup> Antibakteriyel etkisini, oluşturduğu serbest hidroksil radikalleri ile bakterilerin DNA, protein, lipid gibi hücresel komponentlerine saldıran bir oksidan olarak gösterir.<sup>33</sup> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in *S. mutans* üzerine antibakteriyel etkisinin yanı sıra,<sup>16,23,28</sup> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin özellikle çukur

agar metodunda *L. acidophilus* ve *S. aureus* üzerine klorheksidin glukonattan daha fazla antibakteriyel etkinlik sergilediği de görülmüştür.<sup>23</sup>

**Sodyum hipoklorit (NaOCl):** Bakteri, bakteriofaj, virüs, spor ve mayalara karşı etkili olabilen geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır.<sup>34</sup> %5.25' lik konsantrasyonunun *S. mutans* üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>21</sup> NaOCl'ye su ilave edildiğinde meydana gelen hipokloroz asit (HClO), aktif klor içeren güçlü bir okside edici ajandır. Ortaya çıkan aktif klor, bakteri hücreesindeki önemli enzimlerin sülfidril gruplarında irreversibl oksidasyona neden olarak hücrenin metabolik fonksiyonlarını bozmaktadır. Antibakteriyel etkisi aktif klor ve oksijen salınımına ilaveten, yüksek konsantrasyonuna da bağlıdır.<sup>35,36</sup> Ancak organik substratla teması sırasında aktif klor harcanır ve antimikrobiyal aktivitesi azalır.<sup>35</sup> Yüksek pH(11.8)' de kavite asiditesini nötr hale getirerek bakterilerin çoğalması önler.<sup>36</sup> Günümüzde NaOCl' nin hangi konsantrasyonda en etkili olduğu tartışmalı bir konudur. Araştırmacılar dezenfektanın konsantrasyonu düştükçe antibakteriyel etkinliğinin de azaldığını,<sup>16</sup> ancak düşük konsantrasyonlardaki solüsyonların fazla miktarda kullanıldığı ve düzenli olarak değiştirildiği takdirde yeterli antibakteriyel etkiyi sağladığını belirtmişlerdir.<sup>35</sup>

**İyodin:** Bakteri, mantar ve virüslere karşı hızlı bir antimikrobiyal etki gösterir. Moleküler iyodin antibakteriyel etkiden sorumludur, sulu çözeltileri ise stabil değildir. Bu amaçla iyodin taşıyıcı ya da iyodin salan ajanlar (iyodofor) geliştirilmiştir. En çok kullanılanlar povidon iyodin ve poloksamer iyodindir. İyodoforlar iyodin ve aktif serbest iyodin rezervuarı olarak rol oynayan taşıyıcı ya da çözücü ajan karışımından oluşurlar. Antimikrobiyal etkisini, özellikle metionin, sistein gibi sülfürsüz amino asitlere, nükleotitlere saldırarak ve bunun sonucunda bakteri hücresinin ölümüne neden olarak gösterir.<sup>37</sup> İyodinin de *S. mutans*, *L. acidophilus* ve *S. aureus* üzerine antibakteriyel etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir.<sup>23</sup>

**Ozon:** Yüksek oksidasyon kuvvetiyle bakterilerin tahribatında etkin bir rol oynayan güçlü ve etkili bir antibakteriyel ajandır. Havada bulunan oksijenin parçalanması yoluyla elde edildiği için kararsız yapısı nedeniyle dezenfeksiyon görevini tamamladıktan sonra

ham maddesi olan oksijene dönüşmektedir.<sup>38</sup> Sıvı ya da gaz formdaki ozon, bakteri, fungus, protozoa ve virüslere karşı güçlü bir oksidandır.<sup>39</sup> Okside edici etkisini, bakteri hücre duvarı ve sitoplazmik membranlarını yıkarak gösterir. Bu işlem süresince ozon glikoprotein, glikolipit ve diğer aminoasitleri tutarak bu hücrelerin enzimatik kontrol sistemlerini bloke eder.<sup>40</sup> Bu şekilde, bakteri hücre canlılığı için anahtar faktör olan membran geçirgenliğini artırır ve ani bir fonksiyonel durgunluk sağlar. Daha sonra ozon molekülleri hücre içine girer ve mikroorganizmaların ölümüne neden olur. Aynı zamanda ozon molekülleri sistein, metionin, histidin gibi protein biomoleküllerini de okside eder.<sup>38</sup> Biomoleküllerin oksidasyonu sayesinde kariyojenik bakterilerin üzerine zararlı etkide bulunup asidojenik bakterileri elimine eder ve böylece asit üretimini durdurur. Asidojenik bakterilerin oluşturduğu en güçlü asit pirüvik asittir. Ozon bu asidi dekarboksile edip asetik asit (asetat) ve karbondioksit dönüştürür. Asetat, pirüvik asitten daha az asidiktir ve bu dekarboksilasyon, çürük lezyondaki bu daha alkalin ortam sayesinde mineral alımına yardımcı olur.<sup>41</sup> 10 s lik ozon uygulamasının S. mutans ve Streptococcus Sobrinus sayılarını azaltabildiği gösterilmiştir.<sup>15</sup> Streptococcuslar<sup>42-45</sup> ve Lactobacilluslar<sup>44,45</sup> üzerine ozonun 40 s' ye kadar farklı uygulama sürelerinin etkili olduğunu gösteren çalışmalara rağmen, tükürük varlığında 10 ve 30 s ozon uygulamasının S. mutans ve Lactobacillus casei(L. casei) sayılarını azaltmadığı, ancak uygulama süresi 60 s' ye kadar çıkarıldığında tükürük proteinlerinin değişime uğrayıp ozon için ek hedef teşkil etmesiyle mikroorganizmaların azaltılmasında etkili olduğu da gösterilmiştir.<sup>46</sup> Polydorou ve ark.<sup>47</sup> ise 60 s ozon uygulamasının S. mutans sayısını azalttığını, ancak L. casei' nin ozona karşı direnç sağladığını göstermiştir.

**Lazerler:** Smear tabakanın, rezidüel bakteri kaynağı olduğu ve bu tabakada bulunan bakterilerin enzimatik aktivitesini sürdürmeleri durumunda restorasyonda başarısızlığa neden olacağı düşünülmektedir.<sup>8</sup> Lazerler, smear tabakayı uzaklaştırarak, burada bulunan rezidüel bakterileri de elimine etmiş olurlar ve böylelikle kavite dezenfeksiyonunda önemli rol oynarlar.<sup>19</sup> Yüksek güçteki lazerlerin hedef hücre, doku ve organlarda değişiklikler meydana getirerek antibakteriyel etkisinin olduğu bilinir. Bu değişiklikler fotokimyasal (serbest radikal veya diğer reaktif ürünlerin

üretimine bağlı), fototermal, fotoablaktif (kimyasal bağları yıkararak) ya da fotomekanik (plazmadan yayılan şok dalgalarına bağlı)tir. Sert lazerler yukarıda bahsedilen etkilerin birini ya da hepsini lazerin türüne ve faaliyet koşullarına bağlı olarak gerçekleştirirken, yumuşak lazerler genelde sadece fotokimyasal değişikliklere neden olurlar.<sup>48</sup> Lazerlerin antibakteriyel etkisi; lazer enerjisi, hücrenin su içeriği ve hacmi, hücre duvarının sağlamlığı, absorpsiyon özellikleri, bakterilerin dentin tübüllerindeki hareketi gibi birçok faktöre bağlıdır.<sup>18,19,49</sup> Kouchi ve ark.<sup>50</sup> S. mutansların 1050-1150 µm derinlikteki dentinde dahi bulunabileceğini göstermişlerdir. 500µm kalınlığındaki bir dentinde klorheksidin glukonatin antimikrobiyal aktivitesi % 54' e düşerken,<sup>51</sup> aynı dentin kalınlığında diyet lazer kullanıldığında 5W' da mikroorganizmaların % 90,8'inin, 7 W' da ise %97,7'nin öldüğü gösterilmiştir.<sup>18</sup> Lee ve ark.<sup>18</sup> bu çalışmada diplokok yapısında olan S.mutans'ın 3 W' luk uygulamada hücrelerin duvar bantlarını kaybedip, diplokok yapısının bozulduğu görülmüştür. 5 W ve 7 W gibi daha yüksek güçteki uygulamalarda ise hücre duvarlarında gözeneklerin oluştuğu ve bu gözeneklerle hücrelerin ayrıldığı ya da birleştiği, hücre zarlarının delindiği, pıhtılaşmış amorf kitlelerin (termal değişimlerle denature olan proteinler) hücre içerisinde birikimiyle hücrelerin bozulduğu ve morfolojik olarak sağlam hücre kalmadığı açıklanmıştır. Diyet lazerler S.mutans'a bu şekilde etki ederken, Er, Cr: YSGG lazerlerin; lazer atımıyla genişleyen hücresel sıvıyı buharlaştırması ve bunun da hücre duvarının parçalanmasına neden olmasıyla antibakteriyel etkisini gösterdiği düşünülmektedir.<sup>19</sup> Türkün ve ark.<sup>19</sup> antibakteriyel etkinin diğer açıklamasının, atım oranından çok, tekrarlama oranı tarafından etkilenen termal nekroz ya da jermine dehidratasyonu olduğu ve yukarıdan anlatılan mekanizmaların bir kombinasyonunun da bakterileri öldürmede etkili olabileceği görüşündedirler. Gram(-) bakteriler ise hücre duvarlarının yüksek oranda müreine içermesinden dolayı laser uygulamasına karşı daha dirençli olduğundan, bu bakterilerin öldürülmesi için lazerlerin daha yüksek güçte kullanılması gerekmektedir.<sup>49</sup> Ancak daha yüksek güçte kullanıldığında daha yüksek antibakteriyel etki sağlayan lazerlerin, hem çevre dokuları termal hasardan koruyan, hem de yeterli antibakteriyel etkiyi sağlayan ışınlama ayarlarına dikkat edilmesi gerekmektedir.<sup>18</sup>



## **Kavite Dezenfektanlarının Bağlanmaya Etkileri**

Kavite dezenfektanları asitleme öncesi ya da sonrasında uygulandığında bağlanmayı etkileyebilmektedir.<sup>52,53</sup> Soares ve ark.,<sup>54</sup> El-Housseiny ve ark.<sup>55</sup> asitleme öncesi dezenfektan kullanımının bağlanma dayanımına etkisinin olmadığını öne sürmüşlerse de, bakterilerin 1100µm derinlikteki dentinde dahi bulunabildiği<sup>50</sup> ve dezenfektan solüsyonların antibakteriyel etkisinin dentin kalınlığının artmasıyla azaldığı<sup>51</sup> gösterilmiştir. Bunlara ilaveten Settembrini ve ark.<sup>17</sup> da, smear tabakanın uzaklaştırılmasıyla mikroorganizmalarının büyük bir bölümünün yok olduğunu ve bu nedenle dezenfektanların dentinin asitlenmesinden sonra kullanılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

**Klorheksidin glukonat:** Kollagenlerin aminoasit kısımlarına bağlanır ve yavaş salınım gösterir. Dentindeki klorheksidin glukonat kalıntılarının varlığının, hidrofilik rezinin bağlanmasına engel olabileceği görüşünün yanında,<sup>56</sup> minenin ve dentinin benzer şekilde serbest yüzey enerjisini arttırdığı<sup>57</sup> ve klorheksidin glukonatın diş yüzeyine afinitesinin olduğu ve bu özelliğinin de asitleme ile arttığı<sup>58</sup> belirtilmektedir. Bunun sonucunda, güçlü pozitif iyon yüküne sahip klorheksidin glukonatın, fosfat gruplarına kolayca bağlanıp, rewetting etkisi yaratacağı ve adezivin dentine bağlanmasını arttıracacağı düşünülmektedir.<sup>59</sup> Klorheksidin glukonatın; adeziv türüne (self etch/ total etch) veya asitleme öncesi/ sonrası kullanıma göre bağlanma dayanımını azalttığı,<sup>21,52,60,61</sup> arttırdığını<sup>21</sup> veya etkilemediğini<sup>14,54,55,60,62,63</sup> gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Çürükten etkilenmiş dentinde kullanımının bağlanma dayanımını etkilemediğini,<sup>64,65</sup> restoratif materyale katıldığında ise kontrol grubuyla benzer bağ dayanımları sergilediğini<sup>66,67</sup> gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. 6 ay süreli takiplerinde asitleme sonrası klorheksidin glukonat kullanımının,<sup>65,67,68</sup> ve 12 aylık takipte de self etch primerine katılan klorheksidin glukonat oranının %0,1' e eşit ya da büyük olması durumunda bağlanma dayanımı bozulmasını önlediği<sup>66</sup> görülmüştür. Bağlanma dayanımı kullanılan materyale göre de değişim göstermektedir. Cunningham ve ark.<sup>69</sup> rezin modifiye cam iyonomerlerle yaptıkları çalışmada poliakrilik asit uygulaması sonrası oluşan smear tabakası ile klorheksidin glukonat ve ardından poliakrilik asit uygulanan dentin yüzeyinde oluşan

smear tabakalarının benzer olduğunu ve bu nedenle %2' lik klorheksidin glukonat kullanımının, materyallerin makaslama bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir. Korkmaz ve ark.<sup>70</sup> ise florid cila ve klorheksidin glukonatın, mikrohibrit kompozit ve poliasit-modifiye kompozit rezinin (kompomer) bağlanmalarını azalttığını; rezin modifiye CİS ve akıcı kompozitin bağlanmasını yalnızca florun azalttığını, klorheksidin glukonatın ise geleneksel cam iyonomer simanların bağlanmasını arttırdığını göstermişlerdir.

**Benzalkonyum klorür:** Kollagenlerle çapraz bağlar yaptığı ancak hibridizasyonu bozmadığı ve bağlanma dayanımını etkilemediği<sup>59,63</sup> bildirilmiştir.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:** Self etch adezivlerle kullanıldığında bağlanma dayanımını azalttığı total etch adezivlerle kullanıldığında ise bağlanma dayanımını etkilemediği görülmüştür.<sup>61</sup>

**NaOCl:** Dentindeki kollajeni uzaklaştırdığı ve adeziv sistemler ile elde edilen hibridizasyonu önlediği için, kavite dezenfektanı olarak kullanılması dezavantaj olarak görülmekte ve bağlanma dayanımını azalttığı belirtilmektedir.<sup>71,73</sup> Buna karşın kullanılan adeziv sisteme ve test yöntemlerine göre NaOCl' in bağlanma dayanımını artırdığı<sup>72,73</sup> ya da değiştirmedeği<sup>75</sup> yönünde çalışmalar da bulunmaktadır. Ercan ve ark.<sup>61</sup> NaOCl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve klorheksidin glukonat kullanıldığında self etch adeziv sistemlerin bağlanma dayanımını azalttığından, bu dezenfektanlarla total etch adeziv sistemlerin kullanılmasını önermişlerdir.

**Iyodin:** Kullanılan adezivlerin ya da restoratif materyallerin yapısında bulunan asitlerin smear tabakasını uzaklaştırmasını engellediği ve bu nedenle bağlanma dayanımı azalttığı yönünde görüşler bulunmaktadır.<sup>14,69</sup>

**Ozon:** Dentin yüzeyini değiştiren ve bağlanmayı etkileyen diğer dezenfektanların<sup>52,53,61,69,74</sup> aksine, 60s ozon uygulamasının dentin dokusunun mikromekanik özelliklerini,<sup>76</sup> 40 s lik ozon uygulamasının da minenin fiziksel özelliklerini etkilemediği,<sup>77</sup> ancak 2 dk lik ozon uygulamasının minede değişen derecelerde pürüzlenmeye yol açtığı gösterilmiştir.<sup>78</sup> Gürgan ve ark.<sup>20</sup> ozonun self etch adeziv sistemlerle



kullanıldığında kron ve kök dentinine bağlanma dayanımını etkilemediğini, benzer şekilde Schmidlin ve ark.<sup>79</sup> 60 s ozon uygulamasının, Cadenaro ve ark.<sup>80</sup> 80 s ozon uygulamasının self etch adeziv sistemlerin mine ve dentine olan bağlanma dayanımını etkilemediğini bildirmişlerdir. Magni ve ark.<sup>81</sup> da 120 s lik ozon uygulamasının test ettikleri adezivlerin mekanik özellikleri etkilemediğini rapor etmiş ve ozonun, kavite dezenfektanı olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

**Lazerler:** Dentin yüzeyinden smear tabakayı kaldırır, dentin tübüllerini açar ve mikroskobik olarak düzensiz yüzeyler oluşturarak bonding işlemleri için uygun bir yüzey hazırlarlar.<sup>18</sup> Ancak bu mikroretantif alanlara rağmen adezivlerin dentine bağlanmasını riske atabilirler.<sup>82</sup> Bachmann ve ark.<sup>83</sup> Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerin su kaybına, kollajen bileşimi ve yapısının değişmesine, OH<sup>-</sup> radikallerinin artmasına neden olarak, dentin organik matrisinin uyum ve içeriğinin değişmesine yol açtığını göstermişlerdir. Çelik ve ark.<sup>21</sup> yaptıkları çalışmada, Er,Cr:YSGG lazerin denatüre kollejenleri büzmesi ve kollajen fibriller arasına yeterli miktarda rezin difüze olmamasıyla ortaya çıkacak bağlanma dayanımının azalma riskini, seçtikleri enerji parametreleriyle ortadan kaldırmışlar, hem self etch hem total etch adeziv sistemlerde bağlanma dayanımını artırdığını, Gürgan ve ark.<sup>20</sup> ise Nd: YAG lazerlerin bağlanma dayanımına olumsuz etkisinin olmadığını göstermiştir.

### **Kavite Dezenfektanlarının Mikrosızıntıya Etkileri**

Restorasyonların başarısında en önemli faktörlerden biri kavitenin sızdırmaz bir şekilde örtülmesidir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan diş rengindeki estetik restoratif materyallerin polimerizasyonu sırasındaki büzölmeye bağlı olarak diş ile dolgu arasında mikroaralıklar oluşabilmektedir. Bu aralıktan bakteriler, iyonlar ve sıvılar kolayca geçerek mikrosızıntıya yol açmakta ve bu da sekonder çürüklere, pulpal enflamasyona, hassasiyete ve arayüzde renklenmelere neden olmaktadır.<sup>84</sup>

**Klorheksidin glukonat:** Mikrosızıntı değerlerinde değişikliğe sebep olmadığını gösteren çalışmalar<sup>10,36,85,86</sup> olmasına karşın, mikrosızıntıyı artırdığını<sup>56,87,88</sup> bildiren çalışmalar da vardır.

Çalışmalarda benzalkonyum klorürün mikrosızıntıyı etkilemediği,<sup>85,86</sup> iyodinin<sup>10,85,86</sup> ve NaOCl'in<sup>36</sup> mikrosızıntıyı artırdığı ancak NaOCl sonrasında sodyum askorbat uygulanırsa mikrosızıntının azaldığı<sup>56</sup> gösterilmiştir.

**Ozon:** Fissür örtücü (sealant) penetrasyonu ve mikrosızıntısına olumsuz etkisinin olmadığı<sup>77,89</sup> belirtilmesine rağmen, henüz bonding işlemi öncesi insan dentini üzerine ozonun uygulamalarının etkisi netleşmemiştir. Geçici olarak minenin dehidrate olmasına ve mikrosertliğinin artmasına neden olduğu rapor edilmiştir.<sup>77</sup> Çehrel ve ark.<sup>90</sup> ise ozon uygulanan gruplarda mikrosızıntının azaldığını ve SEM görüntülerinde sealantların daha iyi uyum gösterdiğini belirtmişlerdir.

**Lazerler:** Mikrosızıntıyı azalttığı görülmüştür.<sup>88,91</sup> Goodis ve ark.<sup>92</sup> Nd:YAG lazer uygulamasından sonra tübül ağzlarının kapanmasına bağlı olarak intratübüler sıvı akışında azalma olduğunu göstermişlerdir.

### **Sonuç**

Çoğu kavite dezenfektanları antibakteriyel özellik sergiler. Ancak kavite dezenfektanlarını sadece antibakteriyel özellikleri nedeniyle kullanmak doğru bir yaklaşım değildir. Kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özelliklerinin yanında, restoratif materyallerin diş dokularına olan bağlanma dayanımına ve mikrosızıntısına da olumsuz etkisinin olup olmadığının da bilmesi gerekmektedir. Günümüzde bu açıardan halen altın standart olarak kullanılan klorheksidin, diğer kavite dezenfektanlarıyla karşılaştırmalarının yapılması çalışmalara ışık tutacağı görüşündeyim.

### **KAYNAKLAR**

1. Roberson TM, Heymann HO, Ritter AV. Cariology: The lesion, etiology, prevention and control. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 5 ed. St Louis; CV Mosby: 2006. p. 67-134.
2. Banerjee A, Watson TF, Kidd EAM. Dentine Caries Excavation: A Review of Current Clinical Techniques. Br Dent J 2000; 188(9): 476-82.



3. Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D. Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. *Caries Res* 1993; 27(5): 402-8.
4. Anderson M, Charbeneau GT. A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. *J Prosthet Dent* 1985; 53(5): 643-6.
5. Boston DW, Graver HT. Histobacteriological analysis of acid-red dye-stainable dentin found beneath intact amalgam restorations. *Oper Dent* 1994; 19(2): 65-9.
6. Leung RL, Loesche WJ, Charbeneau GT. Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. *J Am Dent Assoc* 1980; 100(2): 193-7.
7. Besic FC. The fate of bacteria sealed in dental cavities. *J Dent Res* 1943; 22(5): 349-4.
8. Brännström M. The cause of postoperative sensitivity and its prevention. *J Endod* 1986; 12(10): 475-1.
9. Gultz J, Do L, Boylan R, Kaim J, Scherer W. Antimicrobial Activity of Cavity Disinfectants. *Gen Dent* 1999; 47(2): 187-90.
10. Meiers JC, Kresin JC. Cavity disinfectants and dentin bonding. *Oper Dent* 1996; 21(4): 153-9.
11. Kaya AD, Türkün M, Türkün LŞ. Kavite dezenfeksiyonunun restorasyon sonrası hassasiyet üzerine etkisi. *GÜ Dışhek Fak Derg* 2004; 21(3): 181-6.
12. Imazato S, Ebsu S, Tarumi H, Kinomoto Y, Takeshige F. Development of antibacterial adhesive system: Efficacy of new self-etching primer containing antibacterial monomer: Tagami J, Toledano M, Prati C. Advanced Adhesive Dentistry. 3<sup>rd</sup> International Kuraray Symposium. Granada. 3-4 December 1999; 227-233. In: Kaya AD, Türkün M, Türkün LŞ. Kavite dezenfeksiyonunun restorasyon sonrası hassasiyet üzerine etkisi. *GÜ Dışhek Fak Derg* 2004; 21(3): 181-6.
13. Baum L, Phillips RW, Lund MR. Textbook of Operative Dentistry. 3 ed. Philadelphia; WB Saunders: 1995. p. 132-133.
14. Meiers JC, Shook LW. Effect of Disinfectants on the Bond Strength of Composite to Dentin. *Am J Dent* 1996; 9(1): 11-4.
15. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on microorganisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res* 2000; 34(6): 498-501.
16. Özel E, Yurdagüven H, Say EC, Kocagöz S. Fosforik Asit ve Dezenfektan Solüsyonların Streptococcus Mutans'a Karşı Antibakteriyel Etkisinin Saptanması Hacettepe Dış Hek Fak Derg 2005; 29(4): 8-14.
17. Settembrini L, Boylan R, Strassler H, Scherer W. A comparison of antibacterial activity of etchants used for a total etch technique. *Oper Dent* 1997; 22(2): 84-8.
18. Lee BS, Lin YW, Chia JS, Hsieh TT, Chen MH, Lin CP, Lan WH. Bactericidal effects of diode laser on Streptococcus mutans after irradiation through different thickness of dentin. *Lasers Surg Med* 2006; 38(1): 62-9.
19. Türkün M, Türkün LS, Celik EU, Ateş M. Bactericidal effect of Er,Cr:YSGG laser on Streptococcus mutans. *Dent Mater J* 2006; 25(1): 81-6.
20. Gurgan S, Firat E, Baysan A, Gutknecht N, Imazato S. Effects of ozone and ND:YAG laser pretreatment on bond strength of self etch adhesives to coronal and root dentin. *Photomed Laser Surg* 2010; 28 Suppl 2: S3-9.
21. Celik C, Ozel Y, Bağış B, Erkut S. Effect of laser irradiation and cavity disinfectant application on the microtensile bond strength of different adhesive systems. *Photomed Laser Surg* 2010; 28(2): 267-72.
22. Say EC. Kavite Dezenfektanları. *Akademik Dental* 2002; 4(1): 59-63.
23. Türkün M, Türkün LS, Ateş M. Antibacterial activity of cavity disinfectants. *Balk J Stom* 2004; 8(3): 214-19.
24. Kidd EA. Role of Chlorhexidine in the Management of Dental Caries. Review. *Inter Dent J* 1991; 41(5): 279-86.
25. Komorowski R, Grad H, Wu XY, Friedman S. Antimicrobial Substantivity of Chlorhexidine-treated Bovine Root Dentin. *J Endod* 2000; 26(6): 315-7.
26. Matthijs S, Adriaens PA. Chlorhexidine varnishes: A review. *J Clin Periodontol* 2002; 29(1): 1-8.
27. Kuyyakanond T, Quesel LB. The mechanism of action of chlorhexidine. *FEMS Microbiol Lett* 1992; 79(1-3): 211-5.
28. Türkün M, Türkün LS, Ergücü Z, Ateş M. Is an Antibacterial Adhesive System More Effective than



- Cavity Disinfectants? *Am J Dent* 2006; 19(3): 166-70.
29. Cleghorn B, Bowden GH. The Effect of pH on the Sensitivity of Species of *Lactobacillus* to Chlorhexidine and the Antibiotics Minocycline and Spiramycin. *J Dent Res* 1989; 68(7): 1146-50.
30. Scheie AA. Modes of Action of Currently Known Chemical Anti-plaque Agents other than Chlorhexidine. *J Dent Res* 1989; 68 (Spec Iss):1609-16.
31. Chan DCN, Lo WW. Residual Antimicrobial Action of Benzalkonium chloride- containing Etchant. *J Dent Res* 1994; 73: 226 (Abstract no 995).
32. Botelho MG. Inhibitory Effects on Selected Oral Bacteria of Antibacterial Agents Incorporated in a Glass Ionomer Cement. *Caries Res* 2003; 37(2): 108- 14.
33. Block SS. Peroxygen compounds. In: Block SS. Disinfection, sterilization, and preservation. 4 ed. Lea & Febiger, Philadelphia: 1991. p. 167-181.
34. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite(bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev* 1997; 10(4): 597-610.
35. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1 %, 2.5 %, and 5.25 % sodium hypochlorite. *J Endod* 2000; 26 (6): 331-4.
36. Piva E, Martos J, Demarco FF. Microleakage in amalgam restorations: influence of cavity cleanser solutions and anticariogenic agents. *Oper Dent* 2001; 26(4): 383-8.
37. Gottardi W. Iodine and iodine compounds. In: Block SS. Disinfection, sterilization, and preservation. 4th ed. Lea & Febiger, Philadelphia: 1991. p. 152-66.
38. Holmes J. Clinical reversal of root caries using ozone, double-blind, randomised, controlled 18-month trial. *Gerodontology* 2003; 20: 106-14.
39. Kim JG, Yousef AE, Dave S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. *J Food Prot* 1999; 62: 1071-87.
40. Lynch E, Silwood CJ, Abu-Naba'a L, Al Shorman H, Baysan A, Holmes J, Grootveld M. Oxidative consumption of root caries biomolecules using ozone. *Caries Res* 2004; 38, A-364.
41. AbuNaba'a L, Al Shorman H, Holmes J, Peterson L, Tagami J, Lynch E. Evidence-based research into ozone treatment in dentistry: an overview. In: Lynch E. Ozone: the revolution in dentistry. London: Quintessence Publishing Co; 2004. p. 73-115.
42. Polydorou O, Pelz K, Hahn P. Antibacterials effect on an ozone device and its comparison with two dentin bonding systems. *Eur J Oral Sci* 2006; 114(4): 349-53.
43. Castillo A, Galindo- Moreno P, Avila G, Valderrama M, Liébana J, Baca P. In vitro reduction of mutans streptococci by means of ozone gas application. *Quintessence Int* 2008; 39(10): 827-31.
44. Fagrell TG, Dietz W, Lingström P, Steiniger F, Norén JG. Effect of ozone treatment on different cariogenic microorganisms in vitro. *Swed Dent J* 2008; 32(3): 139-47.
45. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS. The inability of *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus* to form a biofilm in vitro on dentine pretreated with ozone. *Aust Dent J* 2008; 53(4): 349-53.
46. Johansson E, Claesson R, van Dijken JW. Antibacterial effect of ozone on cariogenic bacterial species. *J Dent* 2009; 37(6): 449-53.
47. Polydorou O, Halili A, Wittmer A, Pelz K, Hahn P. The antibacterial effect of gas ozone after 2 months of in vitro evaluation. *Clin Oral Investig* 2012; 16(2):545-50.
48. Wilson M. Bactericidal effect of laser light and its potential use in the treatment of plaque-related diseases. *Int Dent J* 1994; 44: 181-9.
49. Moritz A, Jakolitsch S, Goharkhay K, Schoop U, Kluger W, Mallinger R, Sperr W, Georgopoulos A. Morphologic changes correlating to different sensitivities of *Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis* to Nd:YAG laser irradiation through dentin. *Lasers Surg Med* 2000; 26(3): 250-61.
50. Kouchi Y, Ninomiya J, Yasuda H, Fukui K, Moriyama T, Okamoto H. Location of *Streptococcus mutans* in the dentinal tubules of open infected root canals. *J Dent Res* 1980; 59(12): 2038-46.
51. Schmalz G, Ergücü Z, Hiller KA. Effect of dentin on the antibacterial activity of dentin bonding agents. *J Endod* 2004; 30: 352-8.





52. Vieira Rde S, da Silva IA Jr. Bond Strength to Primary Tooth Dentin Following Disinfection with a Chlorhexidine Solution:an in vitro study. *Pediatr Dent* 2003; 25(1): 49-52.
53. Gürkan S, Bolay S, Kiremitçi A. Effect of Disinfectant Application Methods on the Bond Strength of Composite to Dentin. *J Oral Rehab* 1999; 26(10): 836-40.
54. Soares CJ, Pereira CA, Pereira JC, Santana FR, do Prado CJ. Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. *Oper Dent* 2008; 33(2): 183– 8.
55. el-Housseiny AA, Jamjoum H. The Effect of Caries Detector Dyes and a Cavity Cleansing Agent on Composite Resin Bonding to Enamel and Dentin. *J Clin Pediatr Dent* 2000; 25(1): 57-63.
56. Bansal S, Tewari S. Ex vivo evaluation of dye penetration associated with various dentine bonding agents in conjunction with different irrigation solutions used within the pulp chamber. *Int Endod J* 2008; 41(11): 950–7.
57. Perdok JF, van der Mei HC, Genet MJ, Rouxhet PG, Busscher HJ. Elemental Surface Concentration Ratios and Surface Free Energies of Human Enamel After Application of Chlorhexidine and Adsorption of Salivary Constituents. *Caries Res* 1989; 23(5): 297-302.
58. Nordbö H. The Affinity of Chlorhexidine for Hydroxyapatite and Tooth Surfaces. *Scand J Dent Res* 1972; 80(6): 465-73.
59. Pilo R, Cardash HS, Oz-Ari B, Ben-Amar A. Effect of preliminary treatment of the dentin surface on the shear bond strength of resin composite to dentin. *Oper Dent* 2001; 26(6): 569–75.
60. Campos EA, Correr GM, Leonardi DP, Pizzatto E, Morais EC. Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Braz Oral Res* 2009; 23(3): 340-5.
61. Ercan E, Erdemir A, Zorba YO, Eldeniz AU, Dalli M, Ince B, Kalaycioglu B. Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin. *J Adhes Dent* 2009; 11(5): 343-6.
62. de Castro FL, de Andrade MF, Duarte Júnior SL, Vaz LG, Ahid FJ. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *J Adhes Dent* 2003; 5(2): 129–38.
63. Say EC, Koray F, Tarim B, Soyman M, Gülmez T. In vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. *Quintessence Int* 2004; 35(1): 56–60.
64. Ersin NK, Candan U, Aykut A, Eronat C, Belli S. No adverse effect to bonding following caries disinfection with chlorhexidine. *J Dent Child* 2009; 76(1): 20-7.
65. Komori PC, Pashley DH, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, de Goes MF, Wang L, Carrilho MR. Effect of 2% chlorhexidine digluconate on the bond strength to normal versus caries-affected dentin. *Oper Dent* 2009; 34(2): 157-65.
66. Zhou J, Tan J, Chen L, Deli L, Tan Y. The incorporation of chlorhexidine in a two-step self etching adhesive preserves dentin bond in vitro. *J Dent* 2009; 37(10): 807-12.
67. Stanislawczuk R, Amaral RC, Zander-Grande C, Gagler D, Reis A, Loguercio AD. Chlorhexidine-containing acid conditioner preserves the longevity of resin-dentin bonds. *Oper Dent* 2009; 34(4): 481-90.
68. Brackett WW, Tay FR, Brackett MG, Dib A, Sword RJ, Pashley DH. The effect of chlorhexidine on dentin layers in vivo. *Oper Dent* 2007; 32(2): 107-11.
69. Cunningham MP, Meiers JC (1997). The Effect of Dentin Disinfectants on Shear Bond Strength of Resin-modified Glass-ionomer Materials. *Quintessence Int* 1997; 28(8): 545-51.
70. Korkmaz Y, Başeren M. Effect of antibacterial varnishes applied to root dentin on shear bond strength of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 2008; 33(1): 65-71.
71. Perdigão J, Lopes M, Geraldini S, Lopes GC, Garcia-Godoy F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater* 2000; 16(5): 311-23.
72. Saboia VP, Rodrigues AL, Pimenta LA. Effect of collagen removal on shear bond strength of two single-bottle adhesive systems. *Oper Dent* 2000; 25(5): 395-400.
73. Pappas M, Burns DR, Moon PC, Coffey JP. Influence of a 3-step tooth disinfection procedure on dentin bond strength. *J Prosthet Dent* 2005; 93(6): 545-50.
74. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-



- etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod* 2006; 32(11): 1088-90.
75. Sheikh H, Heymann HO, Swift EJ Jr, Ziemecki TL, Ritter AV. Effect of saliva contamination and cleansing solutions on the bond strengths of self-etch adhesives to dentin. *J Esthet Restor Dent* 2010; 22(6): 402-10.
76. Magni E, Hickel R, Ilie N. Influence of gasiform ozone on the micromechanical properties of dentin. *International Dentistry SA - Australasian Edition* 2009; 4(4):48-52.
77. Celiberti P, Pazera P, Lussi A. The impact of ozone treatment on enamel physical properties. *Am J Dent* 2006; 19(1): 67-72.
78. Elsayad II. Chemical analysis and surface morphology enamel following ozone application with different concentrations and exposure times. *Journal of Advanced Research* 2011; 2(2): 131-6.
79. Schmidlin PR, Zimmermann J, Bindl A. Effect of ozone on enamel and dentin bond strength. *J Adhes Dent* 2005; 7(1): 29-32.
80. Cadenaro M, Delise C, Antoniolo F, Navarra OC, Di Lenarda R, Breschi L. Enamel and dentin bond strength following gaseous ozone application. *J Adhes Dent* 2009; 11(4): 287-92.
81. Magni E, Ferrari M, Hickel R, Huth KC, Ilie N. Effect of ozone gas application on the mechanical properties of dental adhesives bonded to dentin. *Dent Mater* 2008; 24(10): 1428-34.
82. Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, Carvalho RC, Van Meerbeek B. Influence of dentin cavity surface finishing on microtensile bond strength of adhesives. *Dent Mater* 2008; 24: 492-501.
83. Bachmann L, Diebold R, Hibst R, Zzell DM. Changes in chemical composition and collagen structure of dentin tissue after erbium laser irradiation. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc* 2005; 61(11-12): 2634- 9.
84. Alani AH, Toh CG. Detection of Microleakage Around Dental Restorations: A Review. *Oper Dent* 1997; 22(4): 173-85.
85. Türkün M, Türkün LS, Kalender A. Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins. *Quintessence Int* 2004; 35(6): 469-76.
86. Sharma V, Nainan MT, Shivanna V. The effect of cavity disinfectants on the sealing ability of dentin bonding system: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2009; 12(3): 109-13.
87. Tulunoğlu Ö, Ayhan H, Ölmez A, Bodur H. The Effect of Cavity Disinfectants on Microleakage in Dentin Bonding Systems. *J Clin Pediatr Dent* 1998; 22(4): 299-305.
88. Siso HS, Kustarci A, Göktolga EG. Microleakage in resin composite restorations after antimicrobial pre-treatments: effect of KTP laser, chlorhexidine gluconate and Clearfil Protect Bond. *Oper Dent* 2009; 34(3): 321-7.
89. Dukić W, Dukić OL, Milardović S. The influence of Healozone on microleakage and fissure penetration of different sealing materials. *Coll Antropol* 2009; 33(1): 157-62.
90. Cehreli SB, Yalcinkaya Z, Guven-Polat G, Cehreli ZC. Effect of ozone pretreatment on the microleakage of pit and fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent* 2010; 35(2): 187-90.
91. Obeidi A, Ghasemi A, Azima A, Ansari G. Effects of pulsed Nd:YAG laser on microleakage of composite restorations in Class V cavities. *Photomed Laser Surg* 2005; 23(1): 56-9.
92. Goodis HE, White JM, Marshal SJ, Marshal GW, Lee F. Measurement of fluid flow through laser-treated dentine. *Archives of Oral Biology* 1994; 39(Supplement 1): 128.

#### **Yazışma Adresi**

Dt. Gül DİNÇ

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

Beşevler, Ankara

Tel: 0 312 296 56 02

E-posta: dtguldinc@hotmail.com

